

Direct magnetic resonance (MR) shoulder arthrography: posterior approach under ultrasonographic guidance and abduction (PAUGA)

Risonanza magnetica (RM) artrografica diretta della spalla: approccio posteriore in abduzione sotto guida ecografica (PAUGA)

R.F. Grasso • E. Faiella • P. Cimini • R.L. Cazzato • G. Luppi • F. Martina • R. Del Vescovo
B. Beomonte Zobel

Department of Radiology, Campus Bio-Medico School of Medicine, University of Rome, Via Alvaro del Portillo 200,
00128 Rome, Italy

Correspondence to: R. Del Vescovo, Tel.: +39-338-1111915, e-mail: r.delvescovo@unicampus.it

Received: 21 November 2011 / Accepted: 9 January 2012 / Published online: 17 September 2012

© Springer-Verlag 2012

Abstract

Purpose. This study was undertaken to assess the reliability of the posterior approach under ultrasonographic guidance (PAUGA), with the arm abducted, before performing direct magnetic resonance (MR) arthrography of the shoulder.

Materials and methods. A total of 111 (82 men, 29 women; mean age, 24 years) underwent direct MR arthrography of the shoulder. Patients were enrolled because of glenohumeral instability (n=71), chronic shoulder pain (n=25), suspicion of rotator cuff tear (n=13) and adhesive capsulitis (n=2). Patients were placed in the lateral position, on the contralateral side to that being examined; the arm of the shoulder undergoing the examination was placed in slight internal rotation with the hand under the contralateral armpit. A gadolinium-based solution was injected into the articular capsule under cryoanaesthesia and sonographic guidance. A posterior approach was systematically applied. For each patient, the number of injection attempts, room time, complications and pain, as recorded on a 10-point visual analogue scale (VAS), were noted. For quantitative parameters (room time and pain intensity), the mean and standard deviation (SD) were calculated.

Results. Direct MR arthrographies were performed successfully in all patients; no immediate or late major complications were observed. Fourteen patients (12.6%) reported temporary and self-limiting compromise of arm movements, and 13 patients (11.7%) reported a vagal reaction not requiring medication. In 102 cases (92%),

Riassunto

Obiettivo. Scopo del presente lavoro è stato valutare l'affidabilità dell'approccio posteriore in abduzione sotto guida ecografica (PAUGA), prima dell'esecuzione di una risonanza magnetica (RM) artrografica diretta della spalla.

Materiali e metodi. Centoundici pazienti (82 maschi, 29 femmine, età media 24 anni) sono stati sottoposti a RM artrografica diretta della spalla. I pazienti sono stati arruolati a causa di instabilità gleno-omeroale (n=71), dolore di spalla cronico (n=25), sospetto di lesioni della cuffia dei rotatori (n=13) e capsulite adesiva (n=2). I pazienti sono stati disposti in decubito clinostatico laterale, sul fianco controlaterale rispetto a quello coinvolto nell'esame; il braccio della spalla esaminata è stato posto in lieve rotazione interna, con la mano al di sotto dell'ascella controlaterale. Una soluzione acquosa a base di gadolinio è stata iniettata nella capsula articolare sotto crio-anestesia cutanea e sotto guida ecografica. L'approccio posteriore è stato sistematicamente applicato. Per ciascun paziente sono stati registrati i seguenti dati: numero di tentativi di puntura, tempo-sala necessario per l'iniezione, complicanze e dolore, valutato mediante una scala visuale analogica (VAS), con punteggio da 0 a 10. Per i parametri quantitativi (numero di tentativi di puntura, tempo-sala) sono state calcolate la media e la deviazione standard (DS).

Risultati. Le RM artrografiche dirette sono state eseguite con successo in tutti i pazienti; non si sono registrate complicanze maggiori immediate o ritardate. Quattordici

the injection was successful at the first attempt, whereas in the remaining nine cases (8%), needle repositioning without any additional puncture was required to obtain clear sonographic depiction of the position of the needle tip. Mean room time was 7.2 ± 1.4 min. Mean pain intensity was 3.2 ± 0.4 on the 10-point VAS scale.

Conclusions. PAUGA is a reliable and rapid technique that is well tolerated by patients and easy for the radiologist to perform.

Keywords Shoulder · Direct MR arthrography · Shoulder · US guidance

pazienti (12,6%) hanno mostrato una temporanea ed autolimitantesi difficoltà nei movimenti dell'arto interessato e tredici pazienti (11,7%) hanno mostrato una reazione vagale che non ha richiesto il ricorso a farmaci. In 102 casi (92%) l'iniezione è stata eseguita con successo al primo tentativo, mentre nei restanti (8%) casi, è stato necessario eseguire un riposizionamento dell'ago senza necessità di punture aggiuntive, al fine di ottenere un chiaro riscontro ecografico della posizione della punta dell'ago. Il tempo-sala medio è stato $7,2\pm 1,4$ min. L'intensità media del dolore è stata $3,2\pm 0,4$ secondo la scala VAS.

Conclusioni. PAUGA è una tecnica affidabile e veloce, ben tollerata dai pazienti e veloce da essere eseguita dal radiologo.

Parole chiave Spalla · RM artrografica diretta · Guida ecografica

Introduction

Assessing injuries affecting tendinous and fibrocartilaginous structures of the shoulder requires sophisticated diagnostic tools. In this perspective, magnetic resonance (MR) imaging is adequate for acquiring diagnostic information in the vast majority of cases. However, some patients, such as those with subacute or chronic injuries, may fail to benefit from the examination. Direct MR arthrography was developed to overcome such problems and to provide a clear depiction of intra-articular structures with the aid of iatrogenic joint effusion (arthrogram effect) [1]. Direct MR arthrography involves the intra-articular injection of either normal saline or diluted paramagnetic contrast agent, with the latter being the method of choice in most institutions [1]. On the contrary, indirect MR arthrography entails the intravenous injection of contrast medium and its subsequent diffusion into the joint space [2].

Many direct intracapsular approaches for contrast medium administration have been described, either under fluoroscopic or sonographic (US) guidance. Contrast medium injection can be performed through the anterior or posterior approach. Although the most commonly used is the anterior approach, the exact site is still a topic of debate [3].

Our objective was to assess the reliability of the posterior approach under US guidance (PAUGA) with the patient's arm in the abduction position before performing direct MR arthrography of the shoulder in terms of number of injection attempts, room time, complications and pain.

Introduzione

La valutazione delle lesioni tendinee e fibro-cartilaginee della spalla richiede strumenti diagnostici sofisticati. In questa prospettiva, la risonanza magnetica (RM) è adeguata per acquisire informazioni diagnostiche nella gran parte dei casi. Tuttavia, alcuni pazienti, come quelli che presentano lesioni subacute o croniche potrebbero non trarne beneficio. La RM artrografica diretta è stata sviluppata per superare tali problematiche e per investigare con chiarezza le strutture intra-articolari per mezzo della distensione articolare iatrogena (effetto artrografico) [1]. La RM artrografica diretta richiede l'iniezione intra-articolare di soluzione salina o di una soluzione diluita di mezzo di contrasto paramagnetico, con la seconda preferita in molti istituti [1]. Al contrario, nella RM artrografica indiretta, l'iniezione di mezzo di contrasto viene eseguita per via endovenosa e si attende la sua successiva diffusione nello spazio articolare [2].

Sono stati descritti diversi approcci di somministrazione intra-articolare di mezzo di contrasto, sia sotto guida fluoroscopica che ecografica. L'iniezione intra-articolare di mezzo di contrasto può essere eseguita con approccio anteriore o posteriore. Sebbene l'approccio anteriore sia il più utilizzato, l'esatto sito di iniezione rimane ancora materia di dibattito [3].

Il nostro obiettivo è stato quello di valutare l'affidabilità dell'approccio posteriore sotto guida ecografica e con arto in abduzione (PAUGA) prima dell'esecuzione di una RM artrografica diretta della spalla, in termini di numero di

Materials and methods

Patients

Between January 2008 and November 2010, 111 consecutive patients (82 men, 29 women; mean age, 24 years) underwent direct MR arthrography of the shoulder under US control. Inclusion criteria were: glenohumeral instability (n=71), chronic shoulder pain (n=25), suspicion of rotator cuff tear (n=13) and adhesive capsulitis (n=2). Exclusion criteria were: shoulder fracture, anticoagulant treatment or coagulation problems, history of allergy to contrast medium and articular infection or inflammation. All patients received detailed explanation of the procedure and subsequently gave their informed consent.

Injection technique

Patients were lay in a lateral position on the unaffected side; the arm of the shoulder being examined was placed in slight internal rotation with the hand tucked under the contralateral armpit (Fig. 1). A gadolinium-based solution was prepared by mixing 0.1ml gadolinium (Prohance; Bracco, Milan, Italy), 20 ml of saline, and 5 ml of 2% lidocaine [4]. Cryo-



Fig. 1 Patient decubitus while receiving the shoulder injection: the patient lies laterally on the side contralateral to that involved in the examination; the arm of the shoulder being examined is placed in slight internal rotation with the hand placed under the contralateral armpit.

Fig. 1 Decubito del paziente mentre riceve l'iniezione della spalla: il paziente è sdraiato sul fianco opposto rispetto a quello coinvolto nell'esame; il braccio della spalla in esame è posizionato in lieve intra-rotazione, con la mano dello stesso lato posizionata al di sotto dell'ascella controlaterale.

tentativi di puntura, tempo-sala necessario per l'iniezione, complicanze e dolore.

Materiali e metodi

Pazienti

Da gennaio 2008 a novembre 2010, 111 pazienti (82 maschi, 29 femmine, età media 24 anni) sono stati consecutivamente arruolati per essere sottoposti a RM artrografica diretta della spalla sotto guida ecografica. Il gruppo dei pazienti è stato composto come segue: instabilità gleno-omeroale (n=71), dolore di spalla cronico (n=25), sospetta lesione della cuffia dei rotatori (n=13), capsulite adesiva (n=2). I pazienti sono stati esclusi dallo studio in caso di frattura a carico delle componenti articolari della spalla, terapie anticoagulanti o diatesi emorragiche, allergia o anamnesi positiva per allergia al mezzo di contrasto, infezione o infiammazione articolare. Tutti i pazienti hanno ricevuto dettagliate informazioni circa la procedura e successivamente hanno sottoscritto un consenso informato.

Tecnica di iniezione

I pazienti hanno assunto un decubito clinostatico laterale, sul fianco controlaterale rispetto a quello della spalla interessata; il braccio della spalla esaminata è stato posizionato in lieve intra-rotazione, con la mano al di sotto dell'ascella del lato opposto (Fig. 1). Una soluzione acquosa a base di gadolinio (Prohance, Bracco, Milano, Italia) è stata preparata secondo la seguente diluizione: 0,1 ml di gadolinio addizionati a 20 ml di soluzione salina e a 5 ml di lidocaina al 2% [4]. Una crioanestesia cutanea è stata ottenuta prima di ciascuna iniezione. Sotto guida ecografica (Philips, HD 11 XE), un ago spinale da 22 gauge è stato utilizzato per ottenere l'accesso nello spazio articolare. L'ago è stato inserito con direzione latero-mediale, parallelamente all'asse lungo della sonda ed avanzato nello spazio articolare, tra la testa omerale e la parte posteriore del labbro glenoideo. L'avanzamento dell'ago è stato monitorato sotto guida ecografica (Fig. 2). Il mandrino dell'ago spinale da 22 gauge è stato rimosso non appena ottenuto l'accesso intra-articolare e quindi, l'ago connesso ad una siringa contenente la soluzione a base di gadolinio. Per ottenere un'ottimale distribuzione del mezzo di contrasto nello spazio intra-articolare, è stato sempre ottenuto un controllo della posizione della punta dell'ago a forma di becco di flauto, prima della somministrazione. Un controllo color-doppler è stato successivamente eseguito per escludere eventuali sanguinamenti dovuti alla puntura. L'asepsi è stata sempre osservata. Le iniezioni sono state eseguite da un radiologo interventista con un'esperienza di 15 anni.

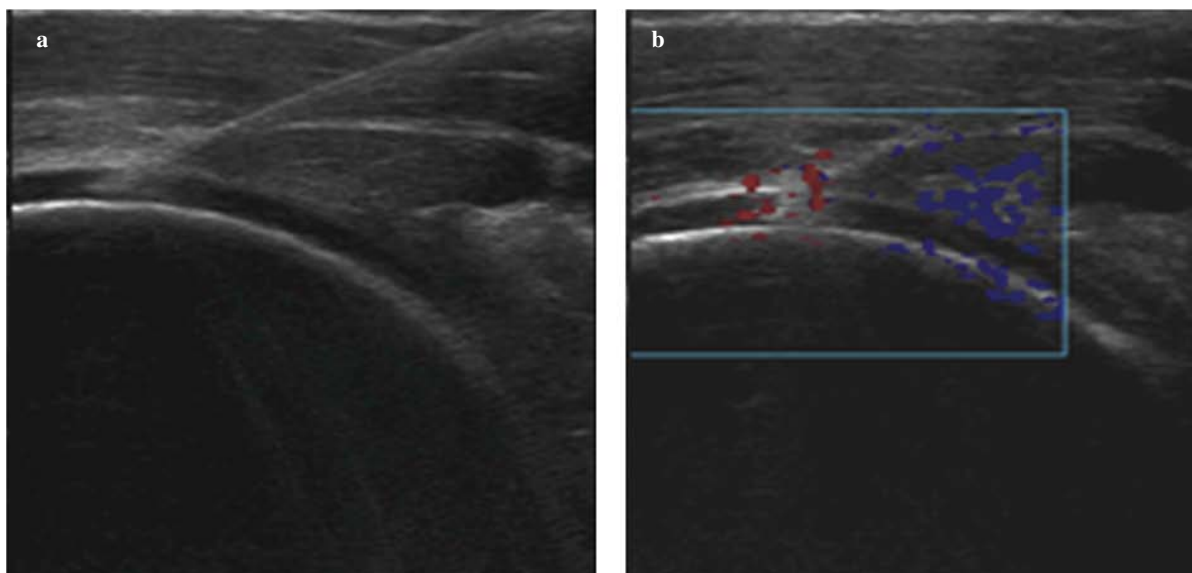


Fig. 2a Needle-tip position checked under sonographic guidance; **b** colour Doppler imaging performed to rule out bleeding due to needle puncture.

Fig. 2a Posizione della punta dell'ago verificata sotto guida ecografica; **b** controllo ecografico mediante color-doppler eseguito per escludere eventuali sanguinamenti dopo la puntura.

anaesthesia was obtained before each injection. Under US guidance (Philips, HD 11 XE), a 22-gauge spinal needle was used to gain access into the joint space. The needle was inserted from lateral to medial, parallel to the long axis of the transducer, and advanced in the joint between the humeral head and the posterior glenoid labrum. Advancement of the needle tip was always followed under US guidance (Fig. 2). The 22-gauge spinal needle stylet was removed as soon as the access was gained, and the needle was subsequently connected to a syringe containing the gadolinium-based solution. In order to obtain optimal distribution of contrast medium within the joint space, the position of the bevelled needle tip was always verified before administering the solution. Colour Doppler imaging always followed to assess absence of bleeding complications due to the puncture. The aseptic technique was always used. Injections were performed by an interventional radiologist with 15 years of experience.

Imaging technique

All MR examinations were performed with a 1.5-T unit (Magnetom Symphony; Siemens Medical Solutions, Germany). Five minutes after the injection of contrast medium, the patients were positioned in the MR unit. Imaging was performed in the axial, coronal and sagittal planes; images were also obtained with patients in abduction and external rotation [5]. T1-weighted fat suppressed sequences were acquired (repetition time ms/echo time ms, 440/9; two signals acquired; field of view, 16 cm; imaging matrix, 256×160; section thickness, 4 mm; no intersection gap). Imaging was

Tecnica d'immagine

Tutti gli esami RM sono stati eseguiti con una macchina da 1,5 T (Magnetom Symphony; Siemens Medical Solutions, Germania). Cinque minuti dopo l'iniezione della soluzione di mezzo di contrasto, i pazienti sono stati posizionati sulla macchina RM. Le immagini sono state ottenute su piani di scansione assiali, coronali e sagittali; le immagini sono state ottenute anche in posizione di abduzione e rotazione esterna [5]. Le sequenze T1-pesate con soppressione del segnale adiposo sono state ottenute con i seguenti parametri: tempo di ripetizione/tempo di eco 440/9; due segnali acquisiti; campo di vista 16 cm; matrice dell'immagine 256×160; spessore della sezione dell'immagine 4 mm; assenza di intervallo di intersezione). Le immagini sono state valutate da un radiologo con 10 anni di esperienza nell'ambito della radiologia muscolo-scheletrica.

Dati

Per ciascun paziente sono stati presi in considerazione i seguenti parametri: numero di tentativi eseguiti per ottenere un completo riempimento dello spazio articolare con la soluzione di mezzo di contrasto, tempo-sala necessario per eseguire l'iniezione intra-articolare (tempo trascorso dal momento in cui il paziente è entrato nella stanza per ricevere l'infiltrazione della spalla, al momento in cui il paziente ha lasciato la stanza per raggiungere la sezione di RM), complicanze (sensazione di bruciore, alterazione della sensibilità, compromissione nei movimenti, fatica precoce,

performed and interpreted by a radiologist with 10 years of experience in musculoskeletal MR imaging.

Data collection

For each patient, the following parameters were recorded: number of attempts needed to fill the joint space with contrast medium solution, room time (time elapsing from the moment the patient entered the room to receive the injection and the moment the patient left the room to go to the MR unit), complications such as burning sensation, altered or reduced sensitivity, movement compromise, early fatigue, vagal reaction or bleeding at the puncture site. Finally, pain intensity was recorded on a 10-point visual analogue scale (VAS), where 0 indicates no pain and 10 indicates the worst possible pain.

Statistical analysis

For quantitative parameters (room time, pain intensity), usual parameters were calculated as mean and standard deviation (SD).

Results

Direct MR arthrography examinations were performed successfully in all patients, and no major immediate or late complications were observed. In 14 cases (12.6%), a temporary compromise of arm movements, which resolved in 15–30 min, was reported. The MR images were of high quality in all patients (Figs. 3–5). In 102 cases (92%), the injection

reazioni vagali, sanguinamento dal sito di puntura). Infine, l'intensità del dolore avvertito dal paziente è stata valutata mediante il ricorso alla scala analogico visuale (VAS), con punteggi da 0 a 10: 0 significava assenza di dolore e 10 il peggior dolore mai avvertito.

Analisi statistica

Per i parametri quantitativi (tempo-sala ed intensità dolorifica) sono stati calcolati media e deviazione standard (DS).

Risultati

Le RM artrografiche dirette sono state eseguite con successo in tutti i casi, e non si sono registrate complicanze maggiori immediate o tardive. In quattordici casi (12,6%) si è verificata una compromissione temporanea ed autolimitantesi in 15–30 minuti dei movimenti della spalla in esame. Le immagini RM sono state ritenute di alta qualità in ogni paziente (Fig. 3–5). In 102 casi (92%) l'iniezione è stata di successo al primo tentativo, mentre nei restanti nove casi (8%) è stato necessario eseguire un riposizionamento dell'ago senza necessità di una seconda puntura, al fine di valutare ecograficamente l'esatta posizione della punta della ago. Il tempo-sala medio è stato $7,2 \pm 1,4$ min. L'intensità media del dolore è stata $3,2 \pm 0,4$ secondo la scala VAS. In quindici pazienti (13,5%) si è ottenuto un minimo stravasamento a livello del sovraspinoso. In tali casi, la performance diagnostica non è stata inficiata. Tredici pazienti (11,7%) hanno riportato una reazione vagale che non ha richiesto il ricorso a medicinali. I risultati sono riassunti nella Tabella 1.

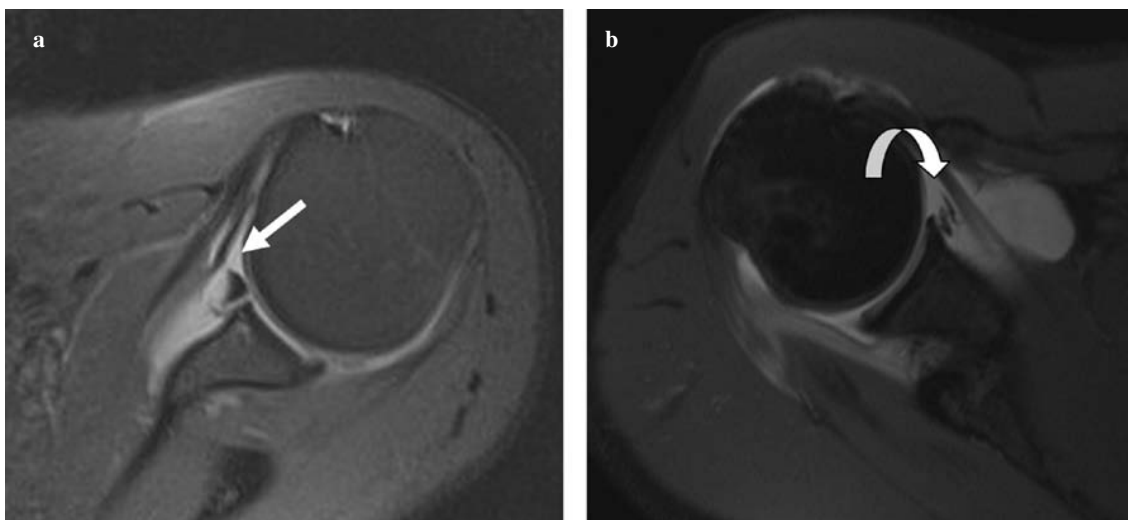


Fig. 3a,b T1-weighted magnetic resonance (MR) arthrograms obtained in the axial plane; **a** laxity of middle and **b** inferior glenohumeral ligaments (straight and curved arrow, respectively).

Fig. 3a,b Immagine di RM artrografica diretta T1-pesata ottenuta sul piano di scansione assiale; si noti la lassità dei legamenti gleno-omerale (a) medio ed (b) inferiore (rispettivamente, freccia lineare e curva).



Fig. 4a,b T1-weighted MR arthrograms obtained in the coronal plane; **a** partial and **b** complete supraspinatus tendon lesions (straight and curved arrow, respectively).

Fig. 4a,b Immagine di RM artrografica diretta T1-pesata ottenuta sul piano di scansione coronale; si noti la lesione (a) parziale e (b) completa del tendine del muscolo sovraspinoso (rispettivamente, freccia lineare e curva).



Fig. 5a,b T1-weighted MR arthrograms obtained in the coronal plane: **a** chronic impingement of the supraspinatus tendon (straight arrow); **b** the long tendon of the biceps is normal in the same patient (curved arrow).

Fig. 5a,b Immagine di RM artrografica diretta T1-pesata ottenuta sul piano di scansione coronale; si noti l'impingement cronico del tendine sovraspinoso (freccia lineare) (a); il tendine del capo lungo del bicipite appare normale nel medesimo paziente (freccia curva) (b).

was successful at the first attempt, whereas in the remaining nine cases (8%), needle repositioning without a second puncture was necessary to obtain a clear sonographic assessment of the position of the needle tip. Mean room time was 7.2 ± 1.4 min. Mean pain intensity registered on the VAS scale was 3.2 ± 0.4 . In 15 patients (13.5%), minimal leakage

Discussione

La RM artrografica diretta dell'articolazione gleno-omeroale è un'eccellente metodica di imaging della spalla. Indicazioni all'esecuzione di tale metodica sono: instabilità gleno-omeroale dovuta a lesioni del complesso labro-legamentoso, rico-

Table 1 Results observed in our study cohort

Attempts, n (%)	
Successful at first attempt	102/111 (92)
Required needle repositioning without additional puncture	9/111 (8)
Mean room time (min)	7.2±1.4
Observed complications, n (%)	
Temporary compromise of movements	14/111 (12.6)
Self-limiting vagal reaction	13/111 (11.7)
Pain (VAS scale)	3.2±0.4

VAS, visual analogic scale

Tabella 1 Risultati osservati nella popolazione in studio

Numero di tentativi di puntura, n (%)	
Successo la primo tentativo	102/111 (92)
Necessario riposizionamento dell'ago senza puntura addizionale	9/111 (8)
Tempo-sala medio (min)	7,2±1,4
Complicanze osservate, n (%)	
Compromissione temporanea nei movimenti	14/111 (12,6)
Reazione vagale autolimitantesi	13/111 (11,7)
Dolore (VAS)	3,2±0,4

VAS, scala visuale analogica

within the infraspinatus occurred. In these cases, diagnostic performance was not impaired. Thirteen patients (11.7%) reported a vagal reaction not requiring medication. Results are summarised in Table 1.

Discussion

Direct MR arthrography of the glenohumeral joint is an excellent method to image the shoulder. Indications are glenohumeral instability due to lesions to the labral-ligamentous complex, failed surgical capsular reconstruction [1] and suspected partial-thickness rotator cuff tears [2]. This safe and relatively easy technique significantly enhances the changes of diagnosing intra-articular and rotator cuff disorders because it allows capsular distension and separation of intra-articular structures [6]. In addition, intracapsular contrast medium administration is an excellent method for achieving optimal contrast resolution, thus making direct MR arthrography far more effective than conventional MR imaging in the evaluation of glenohumeral joint disorders. However, factors influencing the preference of direct MR arthrography rather than conventional MR imaging seem to be the presence of an experienced radiologist performing and interpreting the images and the orthopaedic surgeon's and radiologist's belief that the use of direct MR arthrography can effectively alter patient management [1].

Several different approaches and techniques have been described for administering the contrast medium into the joint space. An anterior or posterior approach can be used.

struzioni capsulari chirurgiche fallite [1], e sospette lesioni parziali della cuffia dei rotatori [2]. Tale metodica appare sicura e relativamente semplice da eseguire, aumentando la probabilità diagnostica di disordini intra-articolari o legati ad alterazioni delle strutture della cuffia dei rotatori, grazie alla possibilità di separare le strutture intra-articolari [6]. Inoltre, l'iniezione intra-capsulare è un eccellente metodo per ottenere un'ottimale risoluzione di contrasto, rendendo, pertanto, la RM artrografica diretta molto più performante da un punto di vista diagnostico rispetto alla RM convenzionale, nella diagnostica gleno-omerale. Tuttavia, i fattori che sembrano far preferire la RM artrografica diretta rispetto alla RM convenzionale, sono la disponibilità di radiologi esperti, capaci di eseguire e refertare l'esame e soprattutto la ferma convinzione sia del radiologo che dell'ortopedico che il ricorso a tale metodica possa effettivamente cambiare in senso positivo la gestione clinica del caso [1].

Diversi approcci e tecniche sono stati descritti per ottenere la somministrazione intra-articolare di mezzo di contrasto. In tale ottica, si può ricorrere ad un approccio posteriore o anteriore. L'anteriore pone dubbi riguardo il possibile danno che potrebbe derivarne dal passaggio dell'ago attraverso le strutture del complesso anteriore stabilizzante l'articolazione gleno-omerale [6]. Chung et al. [6] hanno proposto una scelta di volta in volta diversa tra approccio anteriore e posteriore sulla base dei sintomi riferiti dal paziente. Pertanto, l'approccio dovrebbe essere scelto in base alla sospetta lesione sottostante (per esempio, pazienti con sospetta instabilità anteriore dovrebbero ricevere l'approccio posteriore e pazienti con sospetta instabilità posteriore dovrebbero ricevere l'approccio anteriore).

The anterior approach raises concerns due to the possible distortion of healthy anatomical structures as the needle traverses the anterior stabilising complex of the glenohumeral joint [6]. Chung et al. [6] proposed to choose between the anterior or posterior approach on the basis of the individual patient's symptoms. Thus, the approach should be selected on the basis of the suspected underlying lesion (i.e. patients with suspected anterior instability should receive a posterior approach, whereas those with suspected posterior instability should receive an anterior approach). Although Chung's proposal appears justified, we agree with Catalano et al. [4] that the posterior approach should be preferred, as it does not interfere with the delicate glenohumeral stabilising structures, such as the anterior band of the inferior glenohumeral ligament and the antero-inferior portion of the labrum.

In addition, as most of the direct MR arthrograms are performed for suspected anterior instability – far more frequent than the posterior form – the anterior approach could affect diagnostic performance. In this perspective, we agree with Koivikko and Mustonen [7], who considered the posterior approach to be superior because if leakage occurs into and through the infraspinatus muscle, artefacts are easier to recognise. On the contrary, if subscapularis leakage artefacts occur during an anterior approach, they could be mistaken for partial subscapularis tendon tears. Even though the posterior approach has been related to vasovagal collapse [7], in our experience, we solved the problem by having the patient lie on the contralateral side.

With regard to the technique, in 1975, Schneider et al. [8] reported an anteroposterior approach to the joint under fluoroscopic guidance. This method is still widely used, although many others have been described [9, 10]; however, the approach under US guidance is less time consuming and does not require ionising radiation [6].

In our institution, a posterior approach under US guidance has always been applied because of the aforementioned advantages and the possibility of avoiding radiation exposure and saving resources related to the use of the angiographic suite (especially costs connected to devices and staff). In our experience, the US-guided approach represents an excellent technique because it is fast (estimated room time of 7.2 ± 1.4 min, 92% of injections successful at the first attempt). Our results are similar to those reported by Rutten et al. [11] in terms of room time and successful injections at the first attempt. In our study, 8% of cases required needle repositioning without a second puncture. This happened because the needle tip bevel was angled against the humeral head; as a result, repositioning of the needle meant slightly withdrawing the needle and rotating the tip to avoid contact with the humeral head and facilitate administration of intracapsular contrast medium. In our opinion, this manoeuvre should not be con-

Sebbene la proposta di Chung et al. [6] appaia giustificata, concordiamo con Catalano et al. [4], secondo cui sarebbe opportuno ricorrere all'approccio posteriore per preservare le delicate strutture stabilizzanti anteriori, come la banda anteriore del legamento gleno-omeroale inferiore e la porzione antero-inferiore del labbro glenoideo.

Inoltre, poiché, la gran parte delle RM artrografiche dirette sono eseguite per sospetta instabilità anteriore, di gran lunga più frequente rispetto alla posteriore, il ricorso all'approccio anteriore potrebbe alterare la performance diagnostica. Infatti, a tal proposito, concordiamo con Koivikko et al. [7], i quali considerano superiore l'approccio posteriore rispetto all'anteriore poiché in caso di stravasamento di mezzo di contrasto nel contesto delle strutture del muscolo infra-spinato, gli artefatti che ne deriverebbero sarebbero morfologicamente più facilmente riconoscibili. Al contrario, nell'approccio anteriore, lo stravasamento di mezzo di contrasto nel contesto delle strutture del muscolo sottoscapolare, potrebbe essere confuso per lesioni parziali del tendine omonimo. Ancora, sebbene l'approccio posteriore sia stato correlato ad una maggiore incidenza di reazioni vagali [7], nella nostra esperienza, tale problematica è stata risolta ricorrendo al decubito clinostatico del paziente, sul fianco opposto rispetto a quello coinvolto nello studio.

Per quanto concerne la tecnica, nel 1975 Schneider et al. [8] hanno descritto l'approccio antero-posteriore sotto guida fluoroscopica. Tale metodica è ancora ampiamente utilizzata, sebbene molte altre sono state descritte [9, 10]; tuttavia, l'approccio ecografico si è dimostrato essere meno dispendioso rispetto al fluoroscopico in termini di tempo, senza ricorso a radiazioni ionizzanti [6].

Nel nostro istituto, l'approccio posteriore sotto guida ecografica è stato sempre applicato per via dei suddetti vantaggi, per la possibilità di non irradiare il paziente e per il risparmio delle risorse collegate all'impiego della sala angiografica (soprattutto costi legati ai materiali ed allo staff). Nella nostra esperienza, l'approccio ecografico rappresenta una tecnica eccellente poiché rapida (tempo-sala stimato $7,2 \pm 1,4$ min, 92% di iniezioni eseguite con successo al primo tentativo). I nostri risultati sono simili a quelli presentati da Rutten et al. [11] in termini di tempo-sala e tasso di iniezioni eseguite con successo al primo tentativo. Nel nostro studio, l'8% dei casi ha necessitato di un riposizionamento dell'ago senza punture aggiuntive; ciò è accaduto perché la punta dell'ago a forma di becco di flauto era inclinata contro la testa omerale; di conseguenza, il riposizionamento dell'ago altro non è stato se non un minimo indietro-giamento dell'ago associato ad un piccolo movimento di rotazione della punta dello stesso, così da evitare il contatto con la testa omerale e permettere una più agevole somministrazione intra-articolare del mezzo di contrasto. Secondo la nostra opinione, tale manovra non dovrebbe essere interpretata come un secondo tentativo di puntura, perché non è stata eseguita una nuova puntura.

sidered a second injection attempt, as it did not involve a second puncture.

The posterior approach under US guidance proved to generate a tolerable discomfort for the patient. In this context, we found a VAS score of 3.2 ± 0.4 , which does not seem to be completely in line with previous results [7, 11]. However, this small discrepancy could be explained by the fact that other studies used a more accurate VAS scale with a score from 0 to 100, rather than the 10-point scale used by us.

We had a low rate of extracapsular contrast leakage compared with Rutten et al. [11] and Koivikko and Mustonen [7]. However, if we consider that we had only minimal leakage in our series, our results do not differ strongly from those reported by those authors.

There were no severe complications in our study, as only 14 (12.6%) patients had some temporary movement discomfort, which resolved spontaneously in <30 min, and 13 (11.7%) patients had a self-limiting vagal reaction; the latter problem can easily be avoided by having patients lie on the side contralateral to the one being examined, rather than sit with their back to the radiologist. In our opinion, the sitting position is not safe, because in the event of a vagal reaction arising during the puncture, the radiologist cannot assist the patient promptly, as he or she is busy handling the probe and the needle.

Our study contains no estimation of radiologist time – that is, the time needed by the physician to perform the contrast medium injection (15–18 s). Redondo et al. [3] reported a radiologist time of 5–8 min with the fluoroscopic approach. This is very similar to our room time, demonstrating that performing the procedure in the angiographic suite consumes more resources than performing it under US guidance.

In conclusion, we found that systematic use of the PAUGA technique is reliable, fast, well tolerated by patients and easy for the radiologist to perform.

Conflict of interest None

References/Bibliografia

- Sahin G, Demirtaş M (2006) An overview of MR arthrography with emphasis on the current technique and applicational hints and tips. *Eur J Radiol* 58:416–430
- Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME (2002) Special focus session. MR arthrography. *Radiographics* 22:1223–1246
- Redondo MV, Berná-Serna JD, Campos PA et al (2008) MR arthrography of the shoulder using an anterior approach: optimal injection site. *AJR Am J Roentgenol* 191:1397–1400
- Catalano OA, Manfredi R, Vanzulli A et al (2007) MR arthrography of the glenohumeral joint: modified posterior approach without imaging guidance. *Radiology* 242:550–554
- Tirman PF, Bost FW, Steinbach LS et al (1994) MR arthrographic depiction of tears of the rotator cuff: benefit of abduction and external rotation of the arm. *Radiology* 192:851–856
- Chung CB, Dwek JR, Feng S et al (2001) MR arthrography of the glenohumeral joint: a tailored approach. *AJR Am J Roentgenol* 177:217–219

L'approccio posteriore sotto guida ecografica si è dimostrato ben tollerabile dal paziente; in tale ottica, abbiamo riscontrato un punteggio di $3,2 \pm 0,4$ sulla scala VAS che non sembra perfettamente in accordo con quanto riportato da altri studi [7, 11]. Tuttavia, tale disaccordo sebbene minimo, potrebbe essere giustificato dal fatto che negli altri studi è stata utilizzata una scala VAS sicuramente risulta più accurata, con punteggio da 0 a 100.

Nel nostro studio, abbiamo avuto un basso tasso di stravasamento extra-capsulare di mezzo di contrasto rispetto a Rutten et al. [11] e Koivikko et al. [7]. Tuttavia, se consideriamo che nella nostra casistica abbiamo avuto solo minimi stravasamenti, i dati diventano più omogenei.

Il nostro studio non ha mostrato serie complicanze poiché solo 14 (12,6%) pazienti hanno mostrato impaccio nei movimenti, autolimitantesi in meno di 30 minuti e 13 (11,7%) pazienti hanno avuto una reazione vagale, anch'essa autolimitantesi; tale complicanza è stata facilmente gestibile da un punto di vista clinico, come dimostrato dalla nostra casistica, facendo assumere il decubito clinostatico sul fianco al paziente, piuttosto che il decubito seduto con le spalle rivolte al radiologo. Secondo la nostra opinione, la posizione da seduto del paziente non risulta sicura, poiché in caso di reazione vagale, il radiologo sarebbe nell'impossibilità di prestare rapidamente soccorso in quanto con le mani impegnate con la sonda ecografica e con l'ago.

Il nostro lavoro manca di una valutazione del tempo-radiologo – che è il tempo necessario al clinico per eseguire la somministrazione intra-articolare di mezzo di contrasto (circa 15–18 secondi). Redondo et al. [3] hanno riportato un tempo-radiologo di 5–8 minuti impiegando l'approccio fluoroscopico. Tale tempistica è molto simile al nostro tempo-sala, dimostrando peraltro che l'approccio fluoroscopico è sicuramente più dispendioso rispetto a quello ecografico.

In conclusione, dopo aver sistematicamente eseguito il PAUGA, tale tecnica si è dimostrata affidabile e veloce, nonché ben tollerata dai pazienti e facile da essere eseguita dal radiologo.

7. Koivikko MP, Mustonen AO (2008) Shoulder magnetic resonance arthrography: a prospective randomized study of anterior and posterior ultrasonography-guided contrast injections. *Acta Radiol* 49:912–917
8. Schneider R, Ghelman B, Kaye JJ (1975) A simplified injection technique for shoulder arthrography. *Radiology* 114:738–739
9. Farmer KD, Hughes PM (2002) MR arthrography of the shoulder: fluoroscopically guided technique using a posterior approach. *AJR Am J Roentgenol* 178:433–434
10. Dépelteau H, Bureau NJ, Cardinal E et al (2004) Arthrography of the shoulder: a simple fluoroscopically guided approach for targeting the rotator cuff interval. *AJR Am J Roentgenol* 182:329–332
11. Rutten MJ, Collins JM, Maresch BJ et al (2009) Glenohumeral joint injection: a comparative study of ultrasound and fluoroscopically guided techniques before MR arthrography. *Eur Radiol* 19:722–730